

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. September 2005 (01.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/081015 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01V 3/12,
G01S 13/86

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/053487

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Dezember 2004 (15.12.2004)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SKULTETY-BETZ**,
Uwe [DE/DE]; Rosenbrunnenstr. 15/1, 70771 Lein-
felden-Echterdingen (DE). **HAASE**, Bjoern [DE/DE];
Kernerstrasse 22a, 70182 Stuttgart (DE). **MAHLER**,
Michael [DE/DE]; Schulstr. 35, 70771 Leinfelden-Ech-
terdingen (DE). **HOFFMANN**, Ulli [DE/DE]; Mühlweg
7, 75223 Niefern-Oeschelbronn (DE). **KRAPF**, Reiner
[DE/DE]; Pfarrbrunnenweg 9/1, 72770 Reutlingen (DE).
WIELAND, Christoph [DE/DE]; Bruehlweg 6, 71083
Herrenberg-Kuppigen (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

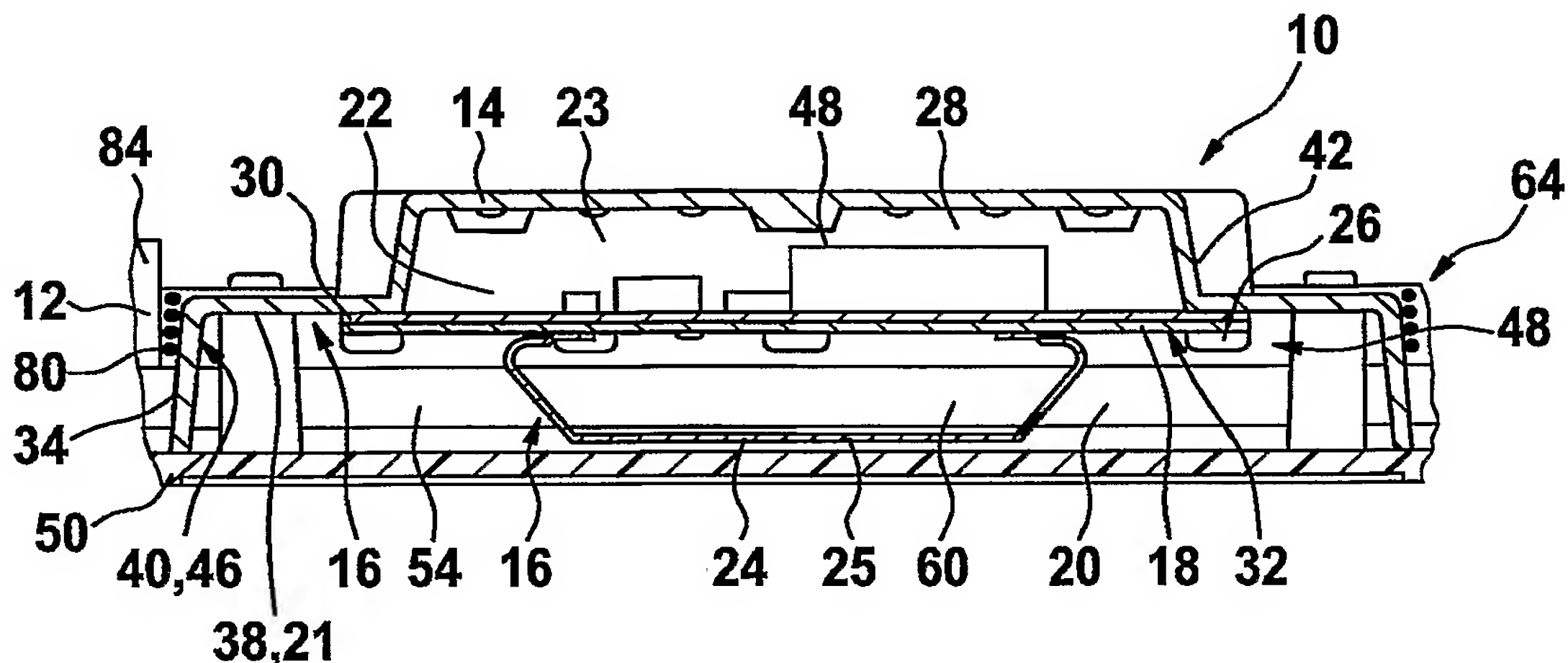
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102004007315.5 14. Februar 2004 (14.02.2004) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SHORT-RANGE RADAR USING MULTIPLE SENSOR TECHNOLOGY FOR LOCATING OBJECTS CONTAINED
IN A MEDIUM

(54) Bezeichnung: NAHBEREICHSRADAR MIT MEHRFACHSENSORIK ZUR ORTUNG VON IN EINEM MEDIUM EINGE-
SCHLOSSENEN OBJEKTEN



(57) Abstract: The invention relates to a radar device, especially a hand-held short-range radar, for locating objects that are enclosed in a medium. Said radar device comprises at least one radar sensor (60) which generates a first, high-frequency detection signal for intervening in a first medium to be examined, so that information on an object contained in the medium can be obtained by measuring and evaluating the reflected detection signal of the radar sensor (60). According to the invention, at least one additional sensor (64, 66, 68, 70, 92) generates at least one additional, second measuring signal for obtaining information on the object contained in the medium. The invention also relates to a method using the inventive radar device.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Radargerät, insbesondere ein handgehaltenes Nahbereichsradar, zur Ortung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten, mit zumindest einem Radar-Sensor (60), der ein erstes, hochfrequentes Detektionssignal zum Eingriff in ein zu untersuchendes Medium erzeugt, so dass durch Messung und Auswertung des reflektierten Detektionssignales des Radarsensors (60), Informationen über ein in dem Medium eingeschlossenes Objekt gewonnen werden können. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass mindestens ein weiterer Sensor (64,66,68,70,92) zur Erzeugung mindestens eines weiteren, zweiten Detektionssignals zur Gewinnung von Informationen über das in dem Medium eingeschlossene Objekt vorgesehen ist. Des weiteren betrifft die Erfindung das diesem Radarmessgerät zugrunde liegende Verfahren.

WO 2005/081015 A1



(74) **Gemeinsamer Vertreter:** ROBERT BOSCH GMBH;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW,

GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Nahbereichsradar mit Mehrfachsensorik zur Ortung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten

Die Erfindung betrifft ein Radarmessgerät, insbesondere ein handgehaltenes Nahbereichsradar, zur Ortung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten sowie das dem Messgerät zugrunde liegende Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 10. Ein solches Messgerät nutzt eine Radarsensor-Vorrichtung, die ein hochfrequentes Detektionssignal in Form eines breitbandigen, elektromagnetischen Impulses erzeugt und diesen Impuls in das zu untersuchende Medium sendet. Ein in dem Medium eingeschlossenes Objekt reflektiert den einlaufenden Impuls. Durch Detektion und eine Auswertung des rücklaufenden Detektionssignals im Messgerät können Informationen über das in dem Medium eingeschlossene Objekt gewonnen werden.

Stand der Technik

Ein derartiges Radargerät ist beispielsweise aus der WO 96/19737 A1 bekannt. Mit einem Radargerät können z. B. in einer Wand oder im Erdreich eingeschlossene Objekte mit hoher Genauigkeit detektiert werden. Damit z. B. bei Bohrungen in einer Wand die darin eingeschlossenen Objekte – wie beispielsweise Stahlarmierungen, Stromleitungen, Wasserleitungen und dergleichen – vor Zerstörung sicher sind, sollte dem Handwerker eine präzise Information über einen Ort, d. h. die Wegposition auf der Wandoberfläche und die Tiefe in der Wand, des eingeschlossenen Objektes vermittelt werden.

Ein Radargerät besteht, wie auch in der WO 96/19737 A1 beschrieben, üblicherweise aus einem „Frontend“ - das ist eine Sende- und Empfangseinheit - und einer Anzeigevorrichtung. Das in der WO 96/19737 A1 offenbarte Frontend weist, wie eingangs dargelegt, einen abgeschirmten Raum für elektrische Schaltkreise und zwei sich an diesen Raum anschließende Räume auf, die als Sendeantenne und Empfangsantenne ausgebildet sind. Die Hohlräume für die Sende- und die Empfangsantenne haben die Form von Hörnern, in denen Strahlerelemente (z. B. in Form von Drähten) installiert sind. Die Abschirmung des die Schaltkreise aufnehmenden Raumes geschieht einerseits durch ein auf die Leiterplatte für die Schaltkreise aufgesetztes Gehäuse und andererseits durch die Wandungen der Antennenhörner, die auf der den Schaltkreisen gegenüberliegenden Seite der Leiterplatte fixiert sind.

Aus der WO 02/ 063334 A2 ist ein Radargerät bzw. eine integrierte Schaltung für ein Radargerät in einem hermetisch abgeschlossenen Gehäuse mit einer aus einem Blech-Biegeteil geformten Patch-Antenne bekannt. Das kompakte und mit geringem Aufwand herstellbare Radargerät der WO 02/ 063334 A2 weist einen Hohlraum mit einem darin angeordneten Strahlerelement und einen abgeschirmten Raum für elektrische Schaltkreise auf. Das Gehäuse ist so geformt, dass es sowohl den abgeschirmten Raum für die Schaltkreise, als auch den Hohlraum für das Antennen- Element bildet.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Nahbereichsradar bzw. das zugrunde liegende Verfahren zur Ortung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten verarbeitet neben dem Detektionssignal des mindestens einen Radarsensors mindestens ein weiteres Detektionssignal. Ein solches Verfahren nutzt zum einen ein breitbandiges Impulsradar, das ein hochfrequentes Detektionssignal, in Form eines elektromagnetischen Impulses erzeugt, diesen Impuls in das zu untersuchende Medium schickt und einen vom Medium bzw. von einem im Medium eingeschlossenen Objekt reflektierten Impuls detektiert und auswertet. Durch eine Auswertung des hochfrequenten Detektionssignals können Informationen über die Lage des in dem Medium eingeschlossene Objektes gewonnen werden können. Derartige Radar-Sensoren bzw. Radardetektoren, die Radarimpulse ("Ultrawideband-Radar", UWB) aussenden, eignen sich insbesondere, aber nicht ausschließlich, zur Detektion von in Wänden verborgenen Objekten. Darüber hinaus wertet das erfindungsgemäße Verfahren zudem noch mindestens ein weiteres, zusätzliches Detektionssignal aus. Mittels dieses zusätzlichen Detektionssignals ist es in vorteilhafter Weise möglich, zusätzliche Informationen über das eingeschlossene Objekt zu gewinnen.

Die Kombination der aus den mindestens zwei Detektionssignalen gewonnenen Informationen ermöglicht es beispielsweise, neben einer reinen Ortung des Objektes, d.h. der Bestimmung der Objektlage bzw. Objektiefe, auch eine Identifikation des Objektmaterials durchzuführen. So können beispielsweise unterschiedliche Materialien auf diese Weise unterschieden werden. Wird ein solches Messgerät beispielsweise vor Tiefenbohrungen in einer Wand eingesetzt, so lässt sich neben der reinen Ortung des Objektes im Voraus auch bereits eine Aussage über die "Gefährlichkeit" der im Medium

eingeschlossenen Objekte treffen. So können gegebenenfalls stromführende Leitungen von Holzbalken oder dergleichen unterschieden werden.

5 Durch eine entsprechende Schaltung ist es möglich, die Antenne bzw. die Antennen des Radarsensors auch als kapazitive Sensoren zu verwenden. Gemäß der gewählten Ansteuerungsart, können so die Antennenbleche auch als Elektroden eines Messkondensators genutzt werden. Zusätzliche Kondensatorflächen, die den benötigten Bauraum für das Messgerät vergrößern würden, sind in dieser vorteilhaften Ausgestaltung nicht notwendig. Auf diese Weise lässt sich ein kompaktes, insbesondere
10 handgehaltenes Messgerät realisieren. Je nach Anregungssignal sind beispielsweise hochfrequente kapazitive Sensoren oder aber auch gewöhnliche niederfrequente Sensoren, wie sie beispielsweise in „Studfindern“ genutzt werden, darstellbar. Es lässt sich beispielsweise die Ansteuerung der Antenneneinrichtung derart modulieren, dass sie zwischen der Hochfrequenzanregung und der niederfrequenten Betriebsweise hin- und
15 hergeschaltet wird („Quasi-Parallel-Betrieb“). Auch ist es beispielsweise möglich, die Antenne des Radarsensors erfindungsgemäß derart anzusteuern, dass sie in der Art eines Netzspannungsdetektors, der kapazitiv das Wechselfeld beispielsweise einer Netzspannungsleitung erfassen kann, arbeitet. In diesem Fall würde die Antenne passiv, d.h. ohne Erzeugung eines elektrischen Feldes, arbeiten und somit ermöglichen, die Lage
20 und den Verlauf von Netzspannungsleitungen beispielsweise in Wänden aufzuzeigen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es daher möglich unter Verwendung lediglich eines Sensors, eine Reihe unterschiedlicher Detektionssignale zu generieren, die über ihre Auswertung zusätzliche Informationen über ein eingeschlossenes Objekt dem Nutzer
25 eines entsprechenden Messgerätes ermöglichen.

Darüber hinaus gestattet die Verwendung von zusätzlichen Detektionssignalen eine genauere Ortung der eingeschlossenen Gegenstände, da der das erste Detektionssignal erzeugende Sensor aufgrund der Messergebnisse des zweiten Detektionssignals optimiert und auf die spezielle Messsituation angepasst werden kann. Beispielsweise erkennt ein
30 kapazitiver Sensor durch die Messung der dielektrischen Impedanz eine Holzständerwand. Der im Gerät integrierter Radarsensor kann dann so betrieben werden, dass Lufteinschlüsse zwar vermessen werden, nicht jedoch in der Anzeige des Gerätes angezeigt werden. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die dem
35 Radarsensor nachgeschaltete Signalverarbeitung, die Signale der Lufteinschlüsse über

gängige Mittelungsverfahren herausmittelt. Auf diese Weise lässt sich der Radarsensor optimiert betreiben.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Merkmale sind vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Anspruch 1 möglich.

In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Messgerätes bzw. des dem Messgerät zugrunde liegenden Verfahrens wird das mindestens eine weitere Detektionssignal, welches zur Auswertung und Informationsgewinnung herangezogen wird, von mindestens einem weiteren Sensor erzeugt. Durch die Verwendung von getrennten Sensoren für die unterschiedlichen Detektionssignale ist es möglich die Messungen parallel durchzuführen, was nicht zuletzt eine Reduzierung der Messzeit bedeutet.

So ist beispielsweise mit einem induktiven Sensor die Unterscheidung von metallischen und nichtmetallischen Objekten möglich. Darüber hinaus kann beispielsweise die Vorab-Kalibrierung von induktiven Sensoren entfallen, da sie beispielsweise automatisch durchgeführt werden kann, wenn beispielsweise der Radarsensor erkennt, dass kein Objekt vorhanden ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren lässt es in vorteilhafter Weise auch zu, gezielt nach bestimmten Objekten zu suchen. So kann durch eine entsprechende Schaltung, die eine vordefinierte Suchroutine ansteuert, beispielsweise speziell nach elektrischen Kabeln oder Metallen gesucht werden. Ebenfalls in der Wand vorhandene Hohlräume oder andere Objekte, die nicht den Suchkriterien entsprechen, können dann auf der Anzeige des Messgerätes beispielsweise ausgeblendet werden, so dass ein Nutzer nur die gewünschten Informationen erhält. So ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, in der Anzeige des Messgerätes beispielsweise nacheinander oder gleichzeitig Metalle, stromführende elektrische Leitungen, Kunststoffe oder auch Objekte aus Holz oder Hohlräume darzustellen. Auf diese Weise ist es beispielsweise auch möglich, Materialdickenmessungen, wie beispielsweise Betonüberdeckungen bei Stahlbetonbauten oder Estrichdickenmessungen bei Fußbodenheizungen mit dem erfindungsgemäßen Messgerät durchzuführen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Detektionssignale einer ganzen Reihe von Sensoren zur Auswertung herangezogen. Bei

diesen Sensoren kann es sich beispielsweise um Radarsensoren , kapazitive Sensoren, induktive Sensoren, photometrische Sensoren, wie beispielsweise Infrarotsensoren oder auch um Ultraschallsensoren handeln. Diese Sensoren werden einzeln oder in Gruppen zusammengeschaltet. Dies kann beispielsweise manuell oder auch automatisch, d.h. von einer entsprechenden Routine, welche in einem Speicherelement des Messgerätes abgelegt ist, gesteuert erfolgen.

In einer vorteilhaften Auswerteroutine des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, die Detektionssignale aller aktiven Sensoren auszuwerten und lediglich diejenigen mit einem eindeutigen Signal exklusiv für die nachgeschaltete Datenverarbeitung zu verwenden. Die Messergebnisse der anderen Sensoren würden dabei ignoriert. Erkennt ein induktiver Sensor bei der Vermessung einer Fußbodenheizung Metallobjekte unterschiedlicher Größe im Boden, so könnten die schwächeren Signale ausgeblendet werden, da diese aus einer im Boden resultierenden Baustahlmatte resultieren. Erkennt der induktive Sensor jedoch nur eine Art von Metallobjekten, und auch ein Radarsensor erkennt keine zusätzlichen Objekte, so sind die vom induktiven Sensor detektierten Signale Metallrohre der Fußbodenheizung. Erkennt der Radarsensor jedoch weitere Objekte so handelt es sich bei diesen zusätzlichen Objekten um Kunststoffrohre der Fußbodenheizung. Die Metallobjekte können dann wieder entsprechend in der Anzeige der Messergebnisse ausgeblendet werden. Auf diese Weise ist es möglich, lediglich die relevanten Informationen sichtbar zu machen.

Insbesondere ist es in vorteilhafter Weise auch möglich, einen Sensor, oder das zur Messung genutzte Detektionssignal eines Sensors durch die Auswertung und Erkenntnisse des mindestens einen weiteren Detektionssignales zu optimieren. So ist in einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, der Ansteuerung der einzelnen Sensoren jeweils verschiedene "Programme" einzuschreiben, beispielsweise ein "Metallprogramm", ein "Hohlziegelprogramm", ein "Kunststoffprogramm", etc. Solche speziellen Suchprogramme lassen sich einzelnen Sensoren zuschreiben, die spezielle Vorteile bei der Detektion eines solchen Objektes aufweisen. Wird bei einer Messung von einem oder mehreren Sensoren ein spezielles, einprogrammiertes Szenario erkannt, d.h. liefert ein oder mehrere Sensoren Hinweise auf beispielsweise einen speziellen Werkstoff, so werden alle Sensoren auf dieses Programm eingestellt bzw. wird die Sensoransteuerung und Auswertung auf den nunmehr bekannten Werkstoff optimiert. Auf diese Weise ist es möglich genauere Ergebnisse zu liefern, da

beispielsweise mit optimal auf das identifizierte Objekt abgestimmten Empfindlichkeiten der einzelnen Sensoren gearbeitet werden kann.

5 In einer vorteilhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Messgerätes sind mehrere Sensoren in einem gemeinsamen Gehäuse des Messgerätes integriert. Die Sensoren können dabei beispielsweise auf einer gemeinsamen Leiterplatte angeordnet sein. Vorteilhaft ist es beispielsweise die Sensoren alle auf eine gemeinsame Achse hin auszurichten, so dass die entsprechenden Detektionssignale auf ein und denselben Punkt gerichtet sind.

10 Besitzt das Gerät eine Wegsensorik, so können nicht nur die aktuellen Signalpegel der verschiedenen Sensoren gemessen werden, sondern es können darüber hinaus auch Signalverläufe erfasst und dargestellt werden. Dadurch wird auch eine 2-dim Darstellung im Display des Messgerätes möglich, bei der neben einer Weginformation auch eine
15 Tiefeninformation dargestellt wird. Dies unterscheidet sich in vorteilhafter Weise von Metallortungsgeräten des Standes der Technik, bei denen zumeist über eine oder mehrere optische Signallampen das aktuelle Messergebnis am Ort der Messung angezeigt wird.

20 In alternativen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Messgerätes ist es aber auch möglich, die Sensoren teilweise auf einer gemeinsamen Platine und teilweise an anderen Stellen im Gehäuse des Messgerätes beispielsweise in einem Gehäuseboden des Gerätes zu integrieren.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Messgerätes ergibt sich bei Verwendung von externen Sensoren, die mittels eines Ansteckmoduls und einer entsprechenden
25 Schnittstelle mit dem Messgerät und den darin vorhandenen Sensoren verkoppelt werden können.

30 Beispielsweise kann auch vorgesehen sein, eine ganze Reihe unterschiedlicher Sensoren im Messgerät bei der Fertigung dieses Gerätes zu integrieren und diese Sensoren einzeln oder Gruppenweise über eine entsprechende Software zu ihrer Ansteuerung frei zu geben. Auf diese Weise ist es möglich, mit einem Serienprodukt unterschiedlichen Anforderungen verschiedener Nutzer Rechnung zu tragen.

35 Das erfindungsgemäße Messgerät ist somit als ein kostensparendes, kompaktes Multifunktionsgerät ausgebildet, das in vorteilhafter Weise einen einfachen,

handgehaltenen Betrieb gestattet, indem der Nutzer das Messgerät beispielsweise auf einer zu untersuchenden Wand verfährt. Die Messergebnisse werden ihm in einer intuitiv leicht zugänglichen graphischen Darstellung direkt auf einer Anzeige des Messgerätes mitgeteilt, so dass er einen unmittelbaren Blick in die zu untersuchende Wand werfen kann und somit beispielsweise entscheiden kann, an welcher Stelle der Wand eine Bohrung ungefährlich ist.

Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ortung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten bzw. eines entsprechenden Messgerätes sind in der nachfolgenden Zeichnung sowie in der zugehörigen Beschreibung offenbart.

Zeichnung

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Ortungsgerätes bzw. des zu Grunde liegenden Verfahrens zur Ortung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten dargestellt, die in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert werden sollen. Die Figuren der Zeichnung, deren Beschreibung sowie die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Ein Fachmann wird diese Merkmale auch einzeln betrachten und zu weiteren, sinnvollen Kombinationen zusammenfassen, die hiermit als ebenfalls in diesem Text offenbart anzusehen sind.

Es zeigt:

- | | |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Figur 1 | den schematischen Aufbau eines erfindungsgemäßen Radarmessgeräts, |
| Figur 2 | einen Schnitt durch die Sensorvorrichtung eines ersten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Radarmessgerätes, |
| Figur 3 | das Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Radarmessgerätes gemäß Figur 2 in einer schematisierten Unteransicht, |
| Figur 4 | die Sensoreinheit eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Radarmessgerätes in einer zu Figur 3 analogen Unteransicht, |

Figur 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Sensoreinheit eines erfindungsgemäßen Radarmessgerätes in einer zu Figur 3 und Figur 4 analogen Darstellung.

5 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt in einer schematischen Darstellung das der Erfindung zu Grunde liegende Verfahren bzw. den prinzipiellen Aufbau eines Radarmessgerätes für das erfindungsgemäße Verfahren. Neben einem Radarsensor 60 weist das erfindungsgemäße Messgerät 62 nach dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 einen induktiven Sensor 64,
10 einen kapazitiven Sensor 66, einen kapazitiven Hochfrequenzsensor 68 sowie einen photometrischen Sensor 92 in Form eines Infrarotdetektors 70 auf. Weitere Sensoren können in entsprechenden Ausführungsbeispielen vorhanden sein.

15 Durch eine zentrale Steuereinheit 72 werden die einzelnen Sensoren angesteuert und ausgewertet. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können die Sensoren sowohl einzeln, als auch in Gruppen bzw. alle zusammen geschaltet werden. Die Wahl der Betriebsart, d.h. die Auswahl, welche Sensoren für eine bestimmte Messung genutzt werden sollen, kann zum einen über einen manuellen Betriebswahlschalter 74 erfolgen,
20 der in einem Bedienfeld, beispielsweise einem Tastenfeld oder einem Programmenue des Messgerätes integriert ist und von einem Nutzer nach seiner Wahl betätigt werden kann. Neben dieser manuellen Auswahl der Betriebsart durch den Benutzer ist auch eine automatische Betriebsartauswahl („automatischer Betrieb“) über ein entsprechendes Steuerprogramm möglich, welches in einem Speichermedium des Messgerätes abgelegt
25 sein kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die verschiedenen Sensoren sowohl parallel, quasi-parallel, als auch seriell zu nutzen. Dabei wird bei der quasi-parallelen Betriebsart sehr schnell zwischen einzelnen Sensoren umgeschaltet und die
30 entsprechenden Detektionssignale generiert, gemessen und ausgewertet, bzw. zur Auswertung gegebenenfalls zwischengespeichert. Hier kann ebenfalls zwischen einer automatischen und einer vom Benutzer vorgegebenen Auswahl der Sensoren gewählt werden.

Durch eine entsprechende Auswerteeinheit 76 werden die einzelnen Mess-Signale der Sensoren ausgewertet, miteinander verglichen und daraufhin beispielsweise einzelne Sensoren in Abhängigkeit der Messergebnisse anderer Sensoren optimiert. So ist in einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen, der Ansteuerung der einzelnen Sensoren jeweils verschiedene "Programme" einzuschreiben, beispielsweise ein "Metallprogramm", ein "Hohlziegelprogramm", ein "Kunststoffprogramm", etc. Solche speziellen Suchprogramme lassen sich den einzelnen Sensoren zuordnen. Wird bei einer Messung von einem oder mehreren Sensoren ein spezielles, einprogrammiertes Szenario erkannt, d.h. liefern einige Sensoren Hinweise auf beispielsweise einen speziellen Werkstoff, so werden alle Sensoren auf dieses Programm umgestellt und liefern somit genauere, optimierte Messergebnisse, da beispielsweise mit optimal abgestimmten Empfindlichkeiten der einzelnen Sensoren gearbeitet werden kann.

In einer vorteilhaften Auswerteroutine des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, die Detektionssignale aller aktiven Sensoren auszuwerten und lediglich diejenigen mit einem eindeutigen Signal exklusiv für die nachgeschaltete Datenverarbeitung zu verwenden. Die Messergebnisse der anderen Sensoren werden dabei für die weitere Auswertung ignoriert.

Der Auswerteeinheit 76 ist eine Einheit zur Datenverarbeitung und eine Anzeige 78 nachgeschaltet. Die Daten der Auswerteeinheit 76 werden aufgearbeitet und in eine für den Nutzer intuitiv zugängliche Darstellungsweise überführt. So kann das Messergebnis beispielsweise in Form einer graphischen Darstellung der aktuellen Messsituation ausgearbeitet werden. Über eine im Messgerät integrierte Anzeige wird das Mess-Signal, insbesondere in Echtzeit, dem Nutzer beispielsweise in der Art eine Schnittdarstellung durch die untersuchte Wand übermittelt.

So kann bei der Datenverarbeitung beispielsweise vorgesehen sein, alle Sensorsignale mittels Hauptkomponentenanalyse neuronaler Netze auszuwerten und über eine Mustererkennung das wahrscheinlichste Ergebnis über die Anzeige auszugeben. Auch kann eine entsprechende Routine vorgesehen sein, die jeden Sensor entsprechend seiner Detektionsgrenzen gewichtet in das Ergebnis eingehen lässt. Dies ermöglicht, obwohl jeder einzelne Sensor für sich festgelegte Grenzen der Detektion aufweist, ein Gesamtergebnis mit "weichen" Grenzen. Hier ist beispielsweise der Einsatz einer Fuzzy Logik vorteilhaft.

Die für das Verfahren vorgesehenen, einzelnen Sensoren können allesamt in einem Gehäuse des Messgerätes integriert sein bzw. ist es auch möglich, spezielle adaptive Varianten des erfindungsgemäßen Messgerätes zu realisieren. Dabei könnten
5 Zusatzdetektoren, wie beispielsweise der Infrarotdetektor 70, auf das Messgerät 62 mit Radarsensor 60, kapazitivem Hochfrequenzdetektor 68 und beispielsweise einem induktiven Detektor 64 modular aufgesetzt werden. Über eine gemeinsame Schnittstelle kann dann die Ansteuerung und Auswertung auch des Infrarotsensors 70 über das
eigentliche Messgerät 62 erfolgen.

10 Figur 2 zeigt einen Schnitt durch das Frontend, d.h. durch den Sensorkopf 10 eines erfindungsgemäßen Messgerätes. Das Messgerät 62, welches in dem Ausführungsbeispiel der Figur 2 nur ausschnittsweise dargestellt ist, weist einen Radarsensor 60 sowie einen induktiven Sensor 64 in Form einer Spule auf.

15 Die Sensorvorrichtung 10 besitzt dabei ein Gehäuse 14 mit einer leitfähigen Oberfläche. Das Gehäuse 14 lässt sich beispielsweise aus einem Metall als einstückiges Druckgussteil oder aber auch durch einen Formgebungsprozess aus metallisiertem Kunststoff realisieren. Ebenfalls sind metallisch leitende Beschichtungen für das Gehäuse 14 der
20 Sensorvorrichtung möglich. Das Gehäuse des Sensors ist einseitig in Richtung eines Messobjektes offen, umschließt wesentliche Komponenten der Sensorvorrichtung und ist selbst integraler Bestandteil dieser Sensorvorrichtung.

Die Sensorvorrichtung 10 weist im Wesentlichen drei Bauteilgruppen auf. Die erste
25 Gruppe dieser Bauteile sind elektrische Schaltkreise 48 zur Erzeugung und Verarbeitung der Mess- bzw. Detektionssignale. Die zweite Baugruppe der Sensorvorrichtung umfasst eigentlichen Radarsensor, der im erfindungsgemäßen Ortungsgerät durch eine speziell gestaltete Antenne 16 realisiert ist. Um das Gehäuse 14 der Sensorvorrichtung herum ist als dritte Baugruppe eine Spulenanordnung 12 vorgesehen, die zusammen mit
30 entsprechenden elektronischen Schaltkreisen und Bauelementen 48 einen induktiven Sensor zur Detektion insbesondere metallischer Gegenstände bildet.

Die genannten drei unterschiedlichen Baugruppen sind in unterschiedlichen, voneinander
35 getrennten Teilräumen des Sensorkopfes 10 angeordnet. Während die Spulenanordnung 12 des induktiven Sensors außerhalb des Gehäuses 14 verläuft, sind die elektrischen

Schaltkreise 48 sowie die Antenne des Radarsensors 60 innerhalb des Gehäuses angeordnet, jedoch durch eine Leiterplatte 18 voneinander getrennt. Die Leiterplatte 18 ist im Gehäuse 14 an ihren Rändern mit dem Gehäuse 14 fixiert. Das Gehäuse besitzt dazu in dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 eine charakteristische Schulter 42, auf die die Leiterplatte 18 aufgelegt ist. Das derart geformte Gehäuse 14 wird so in einem nicht weiter dargestellten Gehäuse des Ortungsgerätes eingebaut, dass die beiden Teilräume für Elektronik bzw. Radarsensor übereinander angeordnet sind. Die Teilräume 20 und 22 sind durch die Leiterplatte 18 derart voneinander getrennt, dass ein erster offener Teilraum 20 für den Radar-Sensor und ein zweiter geschlossener Teilraum 22 für die Elektronikkomponenten gebildet wird. Der zweite Teilraum 22 wird gebildet durch eine Ausbuchtung 28 des Gehäuses 14 sowie durch die Leiterplatte 18, die fest mit dem Gehäuse verbunden ist. In vorteilhafter Weise ist eine metallisierte Schicht 30 auf bzw. in der Leiterplatte 18 integriert, so dass der Teilraum 22 des Gehäuses 14 von einer elektrisch leitenden Oberfläche eingeschlossen ist. Auf diese Weise bildet der Teilraum 22 einen „Faraday“-schen Käfig 23, der es ermöglicht, die im Teilraum 22 angeordneten elektronischen Bauelemente gegen elektromagnetische Störungen zu isolieren.

Die Leiterplatte 18 trägt, wie in Figur 2 zu erkennen ist, auf ihrer einen Seite die elektrischen Schaltkreise und Bauelemente 48 zur Erzeugung und Auswertung des Mess-Signals. Auf der anderen Seite der Leiterplatte 18 ist ein Antennenblech 24 der Antenne 16 befestigt.

Der erste Teilraum 20 des Gehäuses 14 der Sensorvorrichtung 10, in welchem der Radarsensor untergebracht ist, wird im Wesentlichen gebildet durch die Oberfläche 32 der Leiterplatte 18 sowie durch Seitenwände 34 des Gehäuses 14. In die Seitenwände 34 sind Aussparungen 36 integriert, die es ermöglichen, das Gehäuse 14 der Sensorvorrichtung in das Gehäuse des Messgerätes zu verankern.

Der erste Teilraum 20 des Gehäuses 14 ist einseitig durch eine Öffnung 54 geöffnet und trägt im Wesentlichen die Antenne 16 des Radarsensors 60. Die Antenne wird gebildet durch das auf der Leiterplatte 18 befestigte Antennenblech 24 sowie die Innenfläche 38 des Teilraumes 20 des Gehäuses 14, welche die Masseelektrode 21 der Antennenanordnung bildet. Auf diese Weise ist es möglich, die Antenne 16 sehr kompakt zu gestalten.

Der erste Teilraum 20 kann, wie im Ausführungsbeispiel der Figur 2 dargestellt, durch eine Wand 50 des zugehörigen Messgerätes in der Art eines Radon verschlossen sein, so lange diese Abschottung kein Hindernis für das elektrische Feld der Antennenanordnung 16 darstellt. Aus diesem Grunde kann die Wand 50 beispielsweise durch eine Seite eines Kunststoffgehäuses des erfindungsgemäßen Messgerätes realisiert werden. Das erfindungsgemäße Messgerät würde in diesem Fall mit der Gehäusewand 50 über die zu vermessende Struktur, beispielsweise eine Decke oder einen Boden, geführt werden. Die Wand 50 dient zudem dem mechanischen Schutz des Antennenblechs 24 des Radarsensors 16 vor Beschädigungen.

Das erfindungsgemäße Messgerät besitzt eine Wegsensorik, so dass nicht nur die aktuellen Signalpegel der verschiedenen Sensoren gemessen werden, sondern es können darüber hinaus auch Signalverläufe erfasst und dargestellt werden. Dadurch wird auch eine 2-dim Darstellung im Display des Messgerätes möglich, bei der neben einer Weginformation auch eine Tiefeninformation dargestellt wird. Dies unterscheidet sich in vorteilhafter Weise von Ortungsgeräten des Standes der Technik, bei denen zumeist über eine oder mehrere optische Signallampen lediglich das aktuelle Messergebnis am aktuellen Ort der Messung angezeigt wird.

Um das Gehäuse 14 der Sensorvorrichtung herum gewickelt sind die Spulenelemente 80 der Spulenanordnung 12 eines im erfindungsgemäßen Messgerätes induktiven Sensors 64. Die Spulenelemente 80 können dabei beispielsweise auf einen Spulenträger 84 aufgebracht bzw. in diesem vergossen sein. Über entsprechende Verbindungsmittel sind die Spulenelemente 80 mit einer nicht weiter dargestellten Energieversorgung sowie den elektronischen Bauelementen 48 zur Ansteuerung und Auswertung verbunden. Auch ist es in anderen Ausführungsformen möglich, beispielsweise die induktive Sensorvorrichtung auch in den Kunststoffboden 50 des Messgerätes 62 zu integrieren.

Figur 3 zeigt in einer vereinfachten, schematischen Darstellung eine Unteransicht des Sensorkopfes 10 eines erfindungsgemäßen Messgerätes gemäß Figur 2, bei abgenommener Schutzwand 50. Das Antennenblech 24 des Antenne 16 ist in etwa mittig auf die Sensorplatine 18 aufgebracht. Um das Gehäuse 14 herum angeordnet sind die Spulenelemente 80 des induktiven Sensors 64 des erfindungsgemäßen Messgerätes.

Durch eine entsprechende Schaltung ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren möglich, die Antenne 16 des Radarsensors 60 auch als gewöhnlichen, d.h. niederfrequenten kapazitiven Sensor 66 in der Art eines Studfinders zu betreiben. Dazu lässt sich beispielsweise die Ansteuerung der Antenne 16 derart modulieren, dass sie zwischen der Hochfrequenzanregung und der niederfrequenten Betriebsweise hin- und hergeschaltet wird. Auch ist es beispielsweise möglich, die Antennenanordnung 16 des erfindungsgemäßen Ortungsgerätes gemäß Figur 2 bzw. Figur 3 derart anzusteuern, dass er in Art eines Netzspannungsdetektors 65, der kapazitiv das Wechselfeldspannungsfeld beispielsweise einer Netzspannungsleitung erfassen kann, betrieben wird. In diesem Fall würde der Sensor passiv, d.h. ohne Erzeugung eines elektrischen Feldes, arbeiten und somit ermöglichen, die Lage und den Verlauf von Netzspannungsleitungen beispielsweise in Wänden aufzuzeigen.

Durch die Ansteuerelektronik, die im erfindungsgemäßen Messgerät vorgesehen ist, wird ermöglicht, dass mit lediglich einem Sensor, im Ausführungsbeispiel der Figur 2 oder 3 mit der Antennenanordnung 16 des Radarsensors 60, verschiedene Detektionssignale erzeugt werden. Diese Detektionssignale können dann quasi-parallel oder auch seriell ausgewertet werden, so dass über die Auswertung zusätzliche Informationen über das in einem Medium eingeschlossene, zu vermessene Objekt gewonnen werden können. Der Radarsensor 60 kann dabei als kapazitiver Sensor, insbesondere als konventioneller, d.h. niederfrequenter kapazitiver Sensor 66, als Netzspannungsdetektor 65, oder aber auch als Hochfrequenzdetektor 68, angesteuert werden. In vorteilhafter Weise sind dabei die Detektionssignale automatisch auf ein und denselben Punkt auf der zu untersuchende Fläche ausgerichtet. Es wird somit immer, d.h. auch bei einem Umschalten des Detektionssignals, das selbe Messgebiet untersucht. Ein Messfehler durch Vermessung unterschiedlicher räumlicher Gebiete wird in diesem Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Messgerätes nahezu ausgeschlossen.

In einem alternativen Ausführungsbeispiel ist es möglich, den unterschiedlichen Detektionssignalen auch jeweils einen eigenständigen Sensor, beispielsweise jeweils eine Antenne und einen Messkondensator zuzuordnen, so dass der rein parallele Betrieb zur Gewinnung mehrerer Detektionssignale auf Kosten eines dann etwas größeren Bauraumes ermöglicht wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren lässt es in vorteilhafter Weise auch zu, gezielt nach bestimmten Objekten zu suchen. So kann durch eine entsprechende Schaltung, die eine vordefinierte Suchroutine ansteuert, beispielsweise speziell nach stromführenden Kabeln oder Metallen gesucht werden. Ebenfalls in der Wand vorhandene Hohlräume können dabei dann auf der Anzeige des Messgerätes automatisch oder vom Nutzer vorgegeben ausgeblendet, d.h. nicht dargestellt werden, so dass ein Nutzer nur die gewünschten Informationen selektiv erhält.

Figur 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des Sensorkopfes 10 eines erfindungsgemäßen Messgerätes in einer zu Figur 3 analogen Darstellung. Gleiche Bauelemente sind dabei mit gleichen Bezugszeichen beziffert. Der Sensorkopf 10 des erfindungsgemäßen Messgerätes gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Figur 4 weist im Unterschied zu dem vorherigen Ausführungsbeispiel eine Sendeantenne 86 sowie eine Empfangsantenne 88 eines Radarsensors 60 auf.

Durch eine entsprechende Ansteuerung bzw. die geometrische Ausformung der Empfangs- bzw. Sendeantenne 86 bzw. 88 des Radarsensors 60 ist es möglich, eine oder beide dieser Antennen auch als Elektrode(n) für einen kapazitiven Sensor 65, 66, 68 insbesondere für den kapazitiven Hochfrequenzsensor 68 zu benutzen. Auf diese Weise wird vermieden, für den kapazitiven Hochfrequenzsensor 68 eine zusätzliche Elektrode bzw. zwei zusätzliche Elektroden in das Gehäuse des Sensorkopfes 10 integrieren zu müssen. Die Sende- und Empfangsantennen des Radarsensors 60 können auch lediglich durch ein Antennenblech realisiert sein, wie dies zuvor beschrieben worden ist. Der Sensorkopf sieht dann so aus, wie der in Figur 3 dargestellte Fall. Die Ansteuerung der Antenne 16 würde in diesem Fall zuerst einen Radarimpuls aussenden (Sendeantenne) und anschließend die Antenne auf Empfang umschalten, so dass der reflektierte, zurücklaufende Radarimpuls von der selben Antenne (jetzt Empfangsantenne) detektiert würde.

Figur 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Sensorkopfes eines erfindungsgemäßen Messgerätes. Neben den Spulenelementen 80 des induktiven Sensors 64, der Sendeantenne 86 bzw. der Empfangsantenne 88 des Radarsensors 60, die auch als kapazitiver Hochfrequenzsensor 68 angesteuert werden, ist zusätzlich ein photometrischer Sensor 92 in Form eines Infrarotsensors 70 in den Sensorkopf 10 des erfindungsgemäßen Messgerätes integriert.

Infrarotsensoren können dort vorteilhaft eingesetzt werden, wo Temperaturen oder Temperaturunterschiede gemessen werden müssen. So ist es möglich, über moderne IR-Sensoren eine schnelle und zuverlässige Temperaturmessung zu realisieren. Insbesondere ist es möglich, selbst sehr hohe Temperaturen von über 1000 Grad zuverlässig zu messen, da diese Messung berührungslos, lediglich auf Grund der Strahlungswärme erfolgt.

Der Infrarotsensor 70 des erfindungsgemäßen Messgerätes besteht beispielsweise aus einer Halbleiterphotodiode, deren Leitfähigkeit sich mit der auftreffenden Strahlungsintensität ändert, wobei diese Photodiode spezifisch für Wellenlängen im Bereich über 1 Mikrometer (Infrarotstrahlung) empfindlich ist.

Interessant ist der Einsatz des erfindungsgemäßen Messgerätes gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 5, beispielsweise bei Szenarien wie Fußbodenheizungen, Heizungsrohren etc., d.h. bei der Vermessung von Wasserrohren, die in Böden, Wänden oder Decken eingeschlossen sind. Hier möchte man beispielsweise wissen, wo sich die Rohre befinden, um ein Anbohren der Rohre zu vermeiden bzw. bei einem bereits erfolgten Wasserrohrbruch die genaue Lage der Rohre orten. Dabei wird bei herkömmlichen Verfahren beispielsweise auf IR-Sensorgeräte, Wärmebildkameras oder Thermofolien zurückgegriffen. Mit solchen IR-Sensorgeräten des Standes der Technik wird der zu untersuchende Bereich langsam abgescannt und die lokalen Temperaturmaxima angezeichnet. Wärmebildkameras erzeugen im Prinzip Fotos im Infraroten Bereich, die leichte Temperaturunterschiede sichtbar machen können. Thermofolien bestehen aus einem temperaturempfindlichen Material, das sich bei höheren Temperaturen verfärbt. Die Folien sind dabei auf den zu untersuchenden Bereich aufzukleben. Bei all diesen Verfahren kann jedoch keine Tiefeninformation der detektierten Gegenstände gewonnen werden.

Das erfindungsgemäße Ortungsgerät ermöglicht im Gegensatz zu Geräten des Standes der Technik durch die Kombination mehrerer Sensorprinzipien eine schnelle und leistungsfähige Ortung und Vermessung von beheizten oder gekühlten Rohren in Wänden, Decken oder Böden. Während der IR-Sensor 70 die Grobklassifikation, d.h. eine Unterscheidung beheizte oder gekühlte Rohre, sowie eine Ortung der ungefähren Lage der Rohre vornehmen kann, können durch die weiteren, im erfindungsgemäßen

Messgerät integrierten Sensorprinzipien auch die exakte Lage, Tiefe und Größe der Rohre bestimmt werden.

Figur 5 zeigt die Sensorvorrichtung 10, die als abgeschirmtes Gehäuse 14 die Sensorplatine 18 für die Zusatzsensorik beinhaltet. Auf die Sensorplatine 18 aufgelötet sind die Antennen 86 und 88 des Radarsensors 68. Die Antennen werden zusätzlich zur Radarerfassung mittels einer entsprechenden elektronischen Verschaltung auch als kapazitiver Hochfrequenzsensor 68 bzw. Kapazitätssensor 65, 66 verwendet. Eine intelligente Software oder entsprechende Elektronik schaltet dazu zwischen den einzelnen Betriebsarten dieser Sensoren sehr schnell um. Um das Gehäuse 14 ist zudem eine Spulenanordnung 80 zur induktiven Detektion gewickelt. Wahlweise kann ein Ferrit für die Spule vorgesehen sein. Art, Größe und Lage der Spulenwicklungen können speziell ausgeformt sein.

Der Infrarotsensor 70 kann sich auch innerhalb des Gehäuses 14, beispielsweise auf der Sensorplatine 18, befinden. Wegen der gegenseitigen Beeinflussung der Sensoren ist es jedoch typischerweise besser, ihn außerhalb des Gehäuses zu platzieren. In einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Messgerätes ist vorgesehen, den Infrarotsensor 70 in Form eines abnehmbaren IR-Sensorkopfes 73 auszugestalten und ihn als Zusatzkomponente 73 für ein entsprechendes kapazitives Hochfrequenzortungsgerät vorzusehen. Über eine entsprechende Schnittstelle am Ortungsgerät kann der Infrarotsensor dann an die Steuer- und Auswerteeinheit des Messgerätes angekoppelt und auch durch dieses angesteuert und ausgewertet werden.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Messgerätes kann die Art der Integration der verwendeten Sensorprinzipien beliebig realisiert werden. Die Lage, Größe, sowie die Anzahl der Sensoren ist nicht beschränkt. Die aus den zusätzlichen Detektionssignalen gewonnenen Daten können gewinnbringend weiterverarbeitet werden und so zu zusätzlichen Informationen über das eingeschlossene Objekt führen.

Durch eine entsprechende Datenverarbeitung (Software) können sich die Messergebnisse der einzelnen Sensoren gegenseitig ergänzen und somit zu einem möglichst vollständigen Bild über den eingeschlossenen Gegenstand führen.

Die Auswertung mehrerer Detektionssignale, die aus einer Kombination mehrerer Sensoren oder aus einer unterschiedlichen Ansteuerung ein und desselben Sensors gewonnen werden können, ermöglicht es in vorteilhafter Weise, zusätzlich zur Ortung des eingeschlossenen Gegenstandes, beispielsweise auch eine Materialidentifikation sowie bei Elektroleitungen beispielsweise auch Informationen über den Spannungszustand der Leitungen zu gewinnen. Durch die Kombination eines Radarsensors mit einem Infrarotsensor ist beispielsweise nicht nur die Ortung von Wasserleitungen möglich, sondern es kann nunmehr auf Grund der unterschiedlichen Temperaturniveaus in einer solchen Leitung auch eine Aussage beispielsweise über die Flussrichtung innerhalb der Rohre gemacht werden. Durch die Nutzung weiterer parallel bzw. seriell gewonnener Detektionssignale wird zudem die Radarortung und deren Tiefenschätzung deutlich genauer, weil sich der entsprechende Sensor auf die identifizierte Materialart des aufgefundenen Objektes einstellen und optimieren lässt.

Es ist somit möglich, einen einzelnen Sensor auf Grund der durch die anderen Sensoren gewonnenen Informationen über den eingeschlossenen Gegenstand zu optimieren. Auf diese Weise ist es möglich, dass jede Sensoreinheit für sich genommen aufgrund der Zusatzinformationen der anderen Sensoren besser arbeitet. Diese optimierten, voneinander unabhängigen Ergebnisse können software- oder auch hardwaremäßig so zusammengefügt werden, dass das erfindungsgemäße Ortungsgerät dem Nutzer sowohl Lage, Tiefe, Breite, als auch beispielsweise Materialart und Temperatur, selbst in großen Objektiefen mitteilen kann.

Das erfindungsgemäße Messgerät ist somit als ein kostensparendes, kompaktes Multifunktionsgerät ausgebildet, das in vorteilhafter Weise einen einfachen, handgehaltenen Betrieb gestattet. Der Nutzer verfährt das Messgerät dazu beispielsweise auf einer zu untersuchenden Wand. Die Messergebnisse werden ihm in einer intuitiv leicht zugänglichen, graphischen Darstellung direkt auf einer Anzeige des Messgerätes mitgeteilt, so dass er auf diese Weise einen „unmittelbaren Blick in die zu untersuchende Wand“ werfen kann. Er kann somit beispielsweise entscheiden, an welcher Stelle der Wand eine Bohrung nicht durchgeführt werden sollte bzw. an welcher Stelle eine solche Bohrung ungefährlich ist.

Das erfindungsgemäße Ortungsgerät bzw. das zu Grunde liegende erfindungsgemäße Verfahren zur Ortung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten ist nicht auf die in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt.

- 5 Insbesondere ist das erfindungsgemäße Verfahren nicht beschränkt auf die Detektion von in Wänden, Böden oder Decken eingeschlossenen Objekten.

Ansprüche

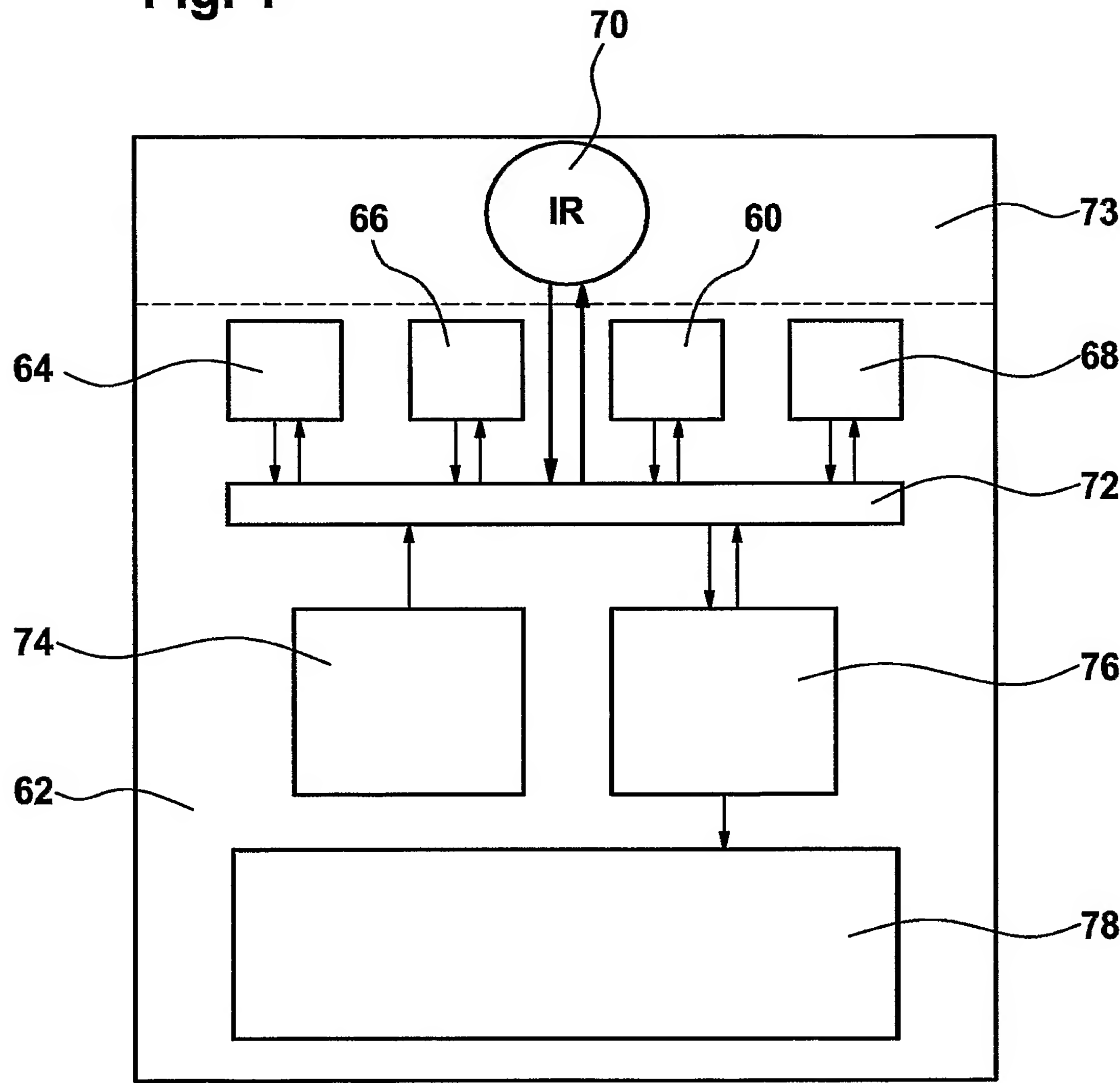
1. Radargerät, insbesondere ein handgehaltenes Nahbereichsradar, zur Ortung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten, mit zumindest einem Radar-Sensor (60), der ein
5 erstes, hochfrequentes Detektionssignal zum Eingriff in ein zu untersuchendes Medium erzeugt, so dass durch Messung und Auswertung des reflektierten Detektionssignales des mindestens einen Radarsensors (60), Informationen über ein in dem Medium eingeschlossenes Objekt gewonnen werden können, **dadurch gekennzeichnet**, dass
10 mindestens ein weiterer Sensor (64,65,66,68,70,92) zur Erzeugung mindestens eines weiteren, zweiten Detektionssignals zur Gewinnung von Informationen über das in dem Medium eingeschlossene Objekt vorgesehen ist.
2. Radargerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine weitere Sensor ein induktiver Sensor (64) ist.
15
3. Radargerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine weitere Sensor ein kapazitiver Sensor (65,66,68) ist.
4. Radargerät nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Elektrode
20 eines kapazitiven Sensors (65,66,68) von mindestens einer Antenne (16,24,86,88) des Radarsensors (60) gebildet ist.
5. Radargerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens ein weitere Sensor ein photometrischer Sensor (92,70) ist.
25
6. Radargerät nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine weitere photometrische Sensor ein Infrarot-Sensor (70) ist.
7. Radargerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei der Sensoren (60,64,66,68,70,92) in einem
30 gemeinsamen Gehäuse des Messgerätes (62) integriert sind.
8. Radargerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei der Sensoren (60,64,66,68,70,92) auf einer gemeinsamen Leiterplatte (18) angeordnet sind.

9. Radargerät nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Radar-Sensor (60) ein breitbandiger Impuls-Radar-Sensor ist.
- 5 10. Verfahren zur Ortung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten, bei welchem mittels zumindest einer Antenne (16,86,88) eines Radarsensors (60) ein erstes, hochfrequentes Detektionssignal erzeugt wird, welches in das zu untersuchende Medium gesendet wird, so dass durch Messung und Auswertung des ersten Detektionssignals, insbesondere durch eine Messung des rücklaufenden Radarsignals, Informationen über ein
- 10 in dem Medium eingeschlossenes Objekt gewonnen werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein weiteres, zweites Detektionssignals zur Gewinnung von Informationen über das in dem Medium eingeschlossene Objekt ausgewertet wird.
- 15 11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zeitweise mindestens eine Antenne (16,86,88) des Radarsensors (60) als eine Elektrode eines weiteren Sensors, insbesondere eines kapazitiven Sensors (65,66,68) betrieben wird.
- 20 12. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine weitere Detektionssignal von mindestens einer weiteren Sensorvorrichtung (64,65 66,68,70 92) erzeugt wird.
- 25 13. Verfahren nach Anspruch 10 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine erste Detektionssignal und das mindestens eine zweite Detektionssignal parallel gemessen werden.
- 30 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine erste Detektionssignal und das mindestens eine zweite Detektionssignal quasi-parallel gemessen werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das mindestens eine erste Detektionssignal und das mindestens eine zweite Detektionssignal seriell gemessen werden.

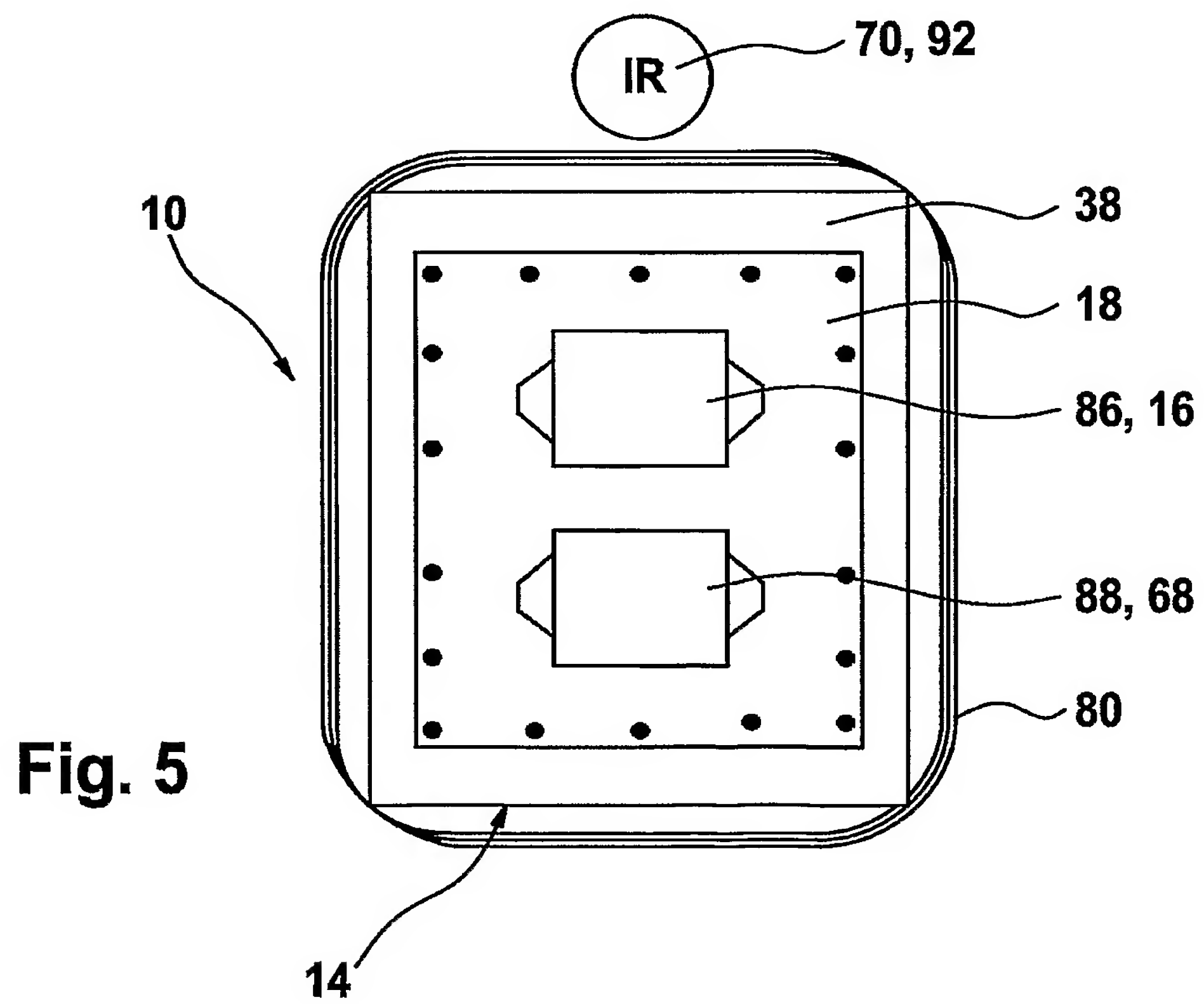
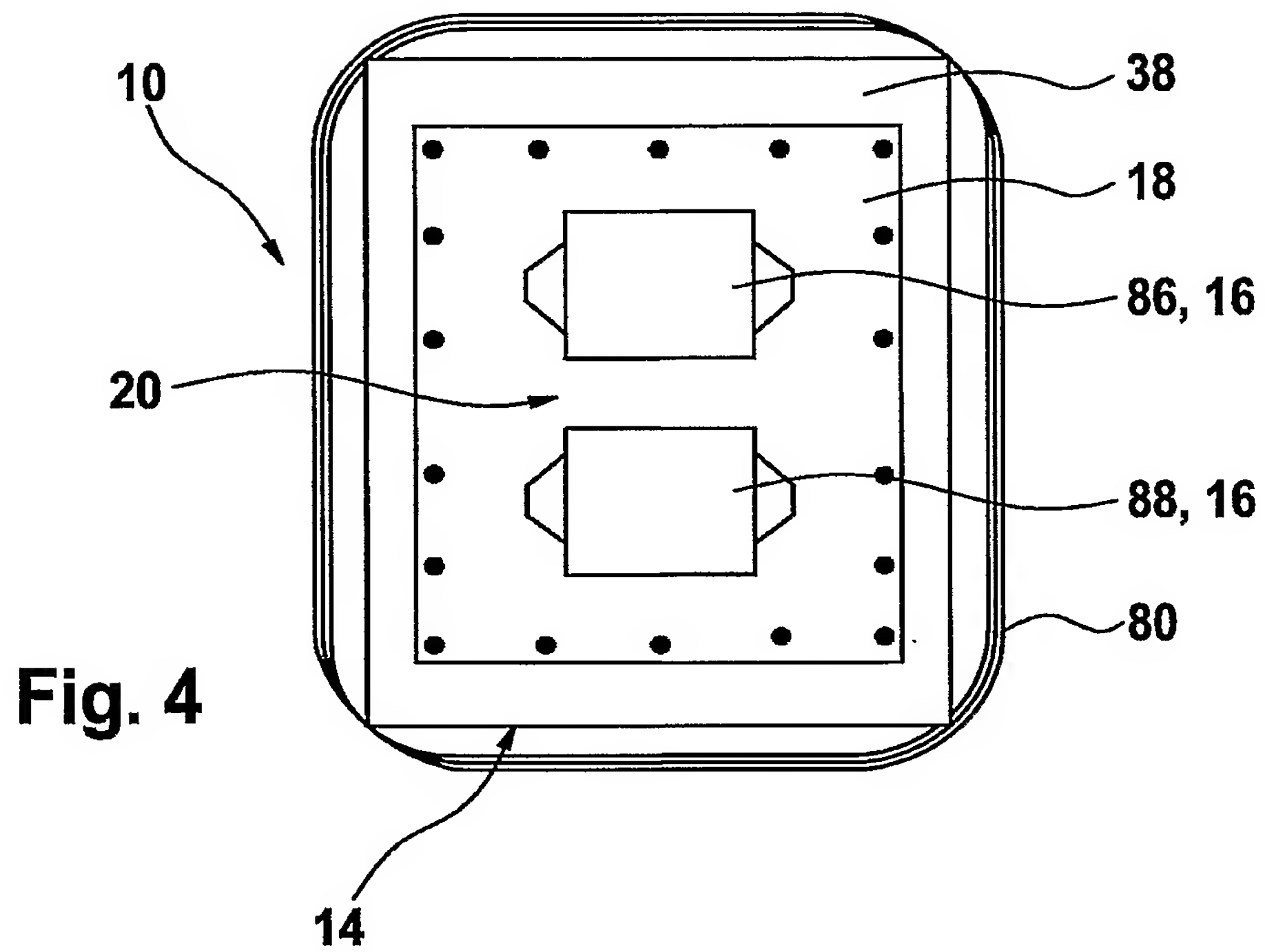
5

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 15, insbesondere nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Detektionssignale einer Mehrzahl von Sensoren gemessen und ausgewertet werden, wobei die Sensoren aus einer Gruppe von Sensoren stammen, die zumindest kapazitive Sensoren (65,66,68), induktive Sensoren (64) und photometrische Sensoren (70,94) umfasst.
17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 10 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Detektionssignal eines Sensors (64,65 66,68,70 92) durch Messung und Auswertung mindestens eines weiteren Detektionssignals optimiert wird.

Fig. 1



3 / 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2004/053487

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01V3/12 G01S13/86

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01V G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 680 048 A (WOLLNY ET AL) 21 October 1997 (1997-10-21) column 1, line 47 - line 51; figure 2 column 5, line 21 - line 63 -----	1,2, 7-10, 12-17
X	US 5 307 272 A (BUTLER ET AL) 26 April 1994 (1994-04-26) column 4, line 3 - line 68; figures 1,2 column 14, line 62 - column 15, line 7 -----	1,2,5,6, 9,10, 12-17
A	WO 03/034094 A (UNIREC CO.,LTD; YAMAGISHI, JUNICHI) 24 April 2003 (2003-04-24) abstract; figures 1,2 -----	3,16

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 April 2005

Date of mailing of the international search report

18/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Häusser, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/053487

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5680048	A	21-10-1997	AU	7240696 A		06-03-1998
			WO	9808115 A1		26-02-1998
US 5307272	A	26-04-1994	DE	4227461 A1		25-02-1993
			GB	2259146 A , B		03-03-1993
WO 03034094	A	24-04-2003	JP	2003121554 A		23-04-2003
			CN	1559010 A		29-12-2004
			WO	03034094 A1		24-04-2003
			TW	546486 B		11-08-2003
			US	2004239328 A1		02-12-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter — ales Aktenzeichen
PCT/EP2004/053487

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G01V3/12 G01S13/86		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G01V G01S		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 680 048 A (WOLLNY ET AL) 21. Oktober 1997 (1997-10-21) Spalte 1, Zeile 47 – Zeile 51; Abbildung 2 Spalte 5, Zeile 21 – Zeile 63 -----	1,2, 7-10, 12-17
X	US 5 307 272 A (BUTLER ET AL) 26. April 1994 (1994-04-26) Spalte 4, Zeile 3 – Zeile 68; Abbildungen 1,2 Spalte 14, Zeile 62 – Spalte 15, Zeile 7 -----	1,2,5,6, 9,10, 12-17
A	WO 03/034094 A (UNIREC CO.,LTD; YAMAGISHI, JUNICHI) 24. April 2003 (2003-04-24) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 -----	3,16
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">12. April 2005</div>		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">18/04/2005</div>
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter <div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">Häusser, T</div>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter es Aktenzeichen
PCT/EP2004/053487

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5680048	A	21-10-1997	AU	7240696 A	06-03-1998
			WO	9808115 A1	26-02-1998
US 5307272	A	26-04-1994	DE	4227461 A1	25-02-1993
			GB	2259146 A , B	03-03-1993
WO 03034094	A	24-04-2003	JP	2003121554 A	23-04-2003
			CN	1559010 A	29-12-2004
			WO	03034094 A1	24-04-2003
			TW	546486 B	11-08-2003
			US	2004239328 A1	02-12-2004